

방사성폐기물 안전관리 데이터베이스 기본설계

Database Basic Design for Safe Management Radioactive Waste

손동찬, 안경일, 정덕진, 조용백,
대상정보기술(주)

요 약

국내 방사성폐기물의 발생·누적량이 증가되고 결과적으로 관리해야 할 정보의 수량 또한 일부 기관에서는 방사성폐기물 안전관리 관련 업무의 전산화가 추진하고 있거나 추진할 예정이다. 방사성폐기물 안전관리 관련 정보는 국가 방사성폐기물 관리사업과 연계되어 활용되어야 함을 고려할 때, 국가 차원의 통합적인 방사성폐기물 안전관리 데이터베이스의 구축을 위한 데이터 형식 및 프로토콜 (Protocol)의 표준화가 요구된다. 원자력안전기술원(KINS)에서는 방대한 종류 및 수량의 국내 방사성폐기물 안전관리 관련 정보를 효율적으로 관리하기 위하여, 최신 정보통신 기술 (IT)을 적용한 국가 차원의 종합적인 데이터베이스 (DB)를 구축 운용하고자 한다. 국내 방사성폐기물 안전관리 통합정보시스템의 구축을 통하여 발생·저장중인 폐기물의 이력을 체계적으로 추적·관리할 수 있을 뿐만 아니라 기간별/기관별 발생추이 분석 및 향후 발생·누적 예상량에 대한 신뢰도 있는 추이분석 결과를 생산함으로써, 정부의 국가 방사성폐기물 관리정책 수립 및 관련 산업계의 사업 계획단계에 필수정보를 제공할 수 있다. 이에 본 논문은 정보제공의 주요 요소인 데이터베이스 설계 내용을 소개한다.

Abstract

As the amount of radioactive waste and related information to be managed are increasing, some organizations are trying or planning to computerize the management on radioactive waste. When we consider that information on safe management of radioactive waste should be used in association with national radioactive waste management project, standardization of data form and its protocol is required. Korea Institute of Nuclear Safety(KINS) will establish and operate nationwide integrated database in order to effectively manage a large amount of information on national radioactive waste. This database allows not only to trace and manage the trend of radioactive waste occurrence and in storage but also to produce reliable analysis results for the quantity accumulated. Consequently, we can provide necessary information for national radioactive waste management policy and related industry's planing. This study explains the database design which is the essential element for information management.

1. 서 론

국내 원자력 산업계에서 관리하고 있는 방사성폐기물의 안전관리 업무를 “정보흐름의 연계성 및 효율성”이라는 차원으로 관련 유사 정보관리 시스템을 통합하여 업무흐름 중심의 안전규제시스템, 위험도 규제기준을 반영한 안전관리시스템 등의 역할을 하는 효율성이 제고된 통합 관리시스템으로 구축하기 위한 DB설계를 하였고, 통합 관리시스템과 기존 관리체계와 연계성을 유도하기 위하여, 유관기관 연계해 유관기관들과 협력방안에 조사 분석하였다. 또한 유관기관 자체적으로 방사성폐기물 관리 정보시스템을 개발 또는 개발 예정인 기관과는 양 기관의 정보관리시스템들 간의 호환성을 높이기 위해 유사한 정보관리 protocol을 사용하도록 사전에 협력하고, 자체 방사성폐기물 관리 정보시스템을 개발할 계획이 없는 유관기관에 대해서는 동 과제를 통해 개발된 독립된 정보관리 모듈을 제공하여 각 기관에서 사용할 수 있도록 하였다. 국내 유관기관의 실정을 감안하고 또한 국민이 요구하는 정보의 종류 및 범위를 조사하여 동 정보관리시스템에서 관리될 모든 자료 및 정보들에 대한 단계적인 보완/수정계획을 작성하여 시스템의 완성도를 높이도록 할 예정이다. 방사성폐기물관리 정보의 국제 Networking을 위해 현재 개발 중인 유사정보시스템을 조사, 분석하여, 동 시스템의 활용성 및 완성도를 제고한다. 통합정보시스템에서 제공하는 정보자료의 신뢰성 확보를 위해 다단계 검증절차를 정립하고 이를 위해 최신 정보기술(인공지능기술)을 활용한다.

방사성폐기물 관리 자료로부터 계산된 중저준위방사성폐기물 및 사용후핵연료 관리실적과 월간 액체 및 기체유출물 정보, 시설정보에 대한 자료를 포함한다. 또한 향후 처분될 폐기물에 대한 자료가 관리되어야 한다. 따라서 통합정보시스템 관리 자료에 발생 폐기물에 대한 정보와 저장이력, 향후 예상되는 운반이력 및 최종 처분이력을 포함하며, 방사성폐기물발생, 저장 및 처리, 처분단계로 구분하여 데이터베이스에서 관리한다. KINS의 기존 정보관리시스템과의 연계운영 방안을 모색하여 기존 시스템의 활용도를 극대화하고, 비용의 효율성을 극대화한다. 통합정보시스템 구축에 있어 관련 유관기관의 적극적인 참여를 유도하고, 동 시스템의 각 모듈별로 유관기관의 활용도를 제고한다. 국제 원자력기관과 방사성폐기물관련 정보관리시스템과의 연계를 위한 기준자료로 활용할 수 있도록 현재 운영 또는 계획 중에 있는 유사 정보관리시스템을 벤치마킹 하여 동 시스템의 활용성을 제고한다. DB 설계에 앞서 현재 국내에서 운영중인 방사성폐기물 처리현황을 분석하고 향후 추가 및 개선되어질 관리업무를 고려하여 확장성이 확보된 DB 구조를 가져야 한다.

2. 이용자 요구분석을 통한 DB설계

방사성폐기물 관련 자료의 정기적인 보고요건은 사업자 자체적으로 동 시설의 운영 실적이 관련 규정 및 요건과 부합함을 확인하여 입증하기 위한 일차적인 목적이 있으며, 규제기관에서는 각 시설의 관련 규제요건 만족여부 및 시설별 변화추이를 사전에 확인할 수 있다. 이 외에도 정기적인 보고 자료는 국가 원자력 산업에 대한 각종 통계자료의 생산, 국내외 자료공개 등의 목적으로 활용될 수 있다. 본 연구에서는 방사성폐기물 관련 정보의 보고에 관한 미국의 규제체계를 조사하였다. 검토 결과, 미국의 원자력사업자는 다음과 같은 방식으로 방사성폐기물 및 관련 운영실적에 대한 보고서를 매년 또는 반기마다 규제기관에 제출하고 있으며, 사전에 정의된 정형화된 보고형식을 적용하고 있는 것으로 확인되었다. IAEA에서는 방사성폐기물관리원칙을 규정한 Safety Series No. 111-F(1995)에서 방사성폐기물에 관한 정보를 다음 세대에 전달할 수 있도록 장기간 기록을 보존해야 한다는 원칙을 제시하였으며, 폐기물 관리에 관한 정보의 추적 및 보존을 위한

기록관리 시스템에 대한 일련의 기술적 요건을 제시한 바 있다.

표 2.1은 본 연구에서 조사/반영한 IAEA의 방사성폐기물 관련 정보관리체계에 대한 요건을 정리한 것이다. 본 연구에서는 IAEA의 방사성폐기물 관련 데이터베이스인 NEWMDB 및 DIRATA 등의 개발 및 운영과정에서 도출된 다양한 현안에 대한 벤치마킹을 통하여 WACID 시스템의 개발과정에서 사전에 고려되어야 할 요건을 도출하였다. 국가 방사성폐기물 통합 체계 구축에 필요한 표준 입출력 요소 및 관리 체계를 도출하기 위해 기관별 방사성폐기물 관리 체계 및 업무를 설문조사를 통해 파악 및 분석하였다. 설문조사를 실시한 기관은 한국수력원자력주식회사, 원자력연구소, 한전원자력연료주식회사, 원자력환경기술원 등 실제 방사성폐기물에 대한 이력관리를 하고 있는 4개 사를 중심으로 실시하였다

표 2.1 방사성폐기물 관련정보의 보존에 관한 국제협약 및 IAEA의 기술요건

항목	관련 내용		
Safety Series No. 111-F(1995)	미래 세대가 활용할 수 있도록 방사성폐기물 관련 기록의 보존		
TECDOC 864(1996)	LILW 포장물의 인수기준에 대한 요건과 방법론 처분시설 인수를 위해 제공되어야 할 포장물별 표준 데이터 목록		
TECDOC 1097(1999)	처분기록의 유지에 관한 기본원칙과 정보전략 RW 기록관리시스템(Record Management System: RMS)의 3단계 구조		
TECDOC 1222(2001)	RW 저장 및 처분기록의 추적관리를 위한 데이터 모델		
Technical Report Series No. 411(2003)	원자력시설의 해체에 따른 기록관리 지침 및 사례		
NEWMDB	회원국의 RW 관련 시설, 재고량, 특성, 법령에 관한 데이터 목록		
방사성폐기물 안전협약	제6조 제13조	제안된 시설의 부지선정	방사성폐기물 및 사용후핵연료 관리시설과 관련하여 안전성에 관한 정보를 일반 국민이 이용 가능하도록 하여야 함을 명시하고 있다. 또한 시설 인근 체약국이 시설에 의해 영향을 받을 수 있는 경우, 시설과 관련된 일반적 자료를 제공하여야 함.
	제17조	폐쇄 후 제도상 조치	처분시설의 폐쇄 후에도 규제기관이 요구하는 시설의 위치, 설계 및 재고량에 대한 기록을 보존하여야 함.
	제19조	입법 및 규제체계	방사성폐기물 및 사용후핵연료의 관리와 관련한 입법 및 규제체계에서 적절한 제도상의 통제, 규제검사, 문서화 및 보고체계를 구축하도록 명시함.
	제23조	품질보증	방사성폐기물 및 사용후핵연료 관리의 안전성에 관한 적절한 품질보증 프로그램의 수립과 이행을 보장하기 위한 조치를 취하도록 명시하고 있으며, 통합정보시스템을 통한 주요 기록의 관리는 상기 조항의 이행을 위한 방안의 일환으로 이해할 수 있음.
	제32조	보고	다음 사항을 국가보고서에 기술하도록 명시함. <ul style="list-style-type: none"> 방사성폐기물 및 사용후핵연료관리시설의 목록, 위치, 주목적 및 주요특성 방사성폐기물 및 사용후핵연료관리시설에 저장중이거나 처분된 폐기물 또는 연료의 재고량 (물질에 대한 설명, 부피 또는 질량, 총방사능 및 특정 핵종에 관한 정보를 포함) 해체가 진행 중인 원자력시설의 목록과 해체상황

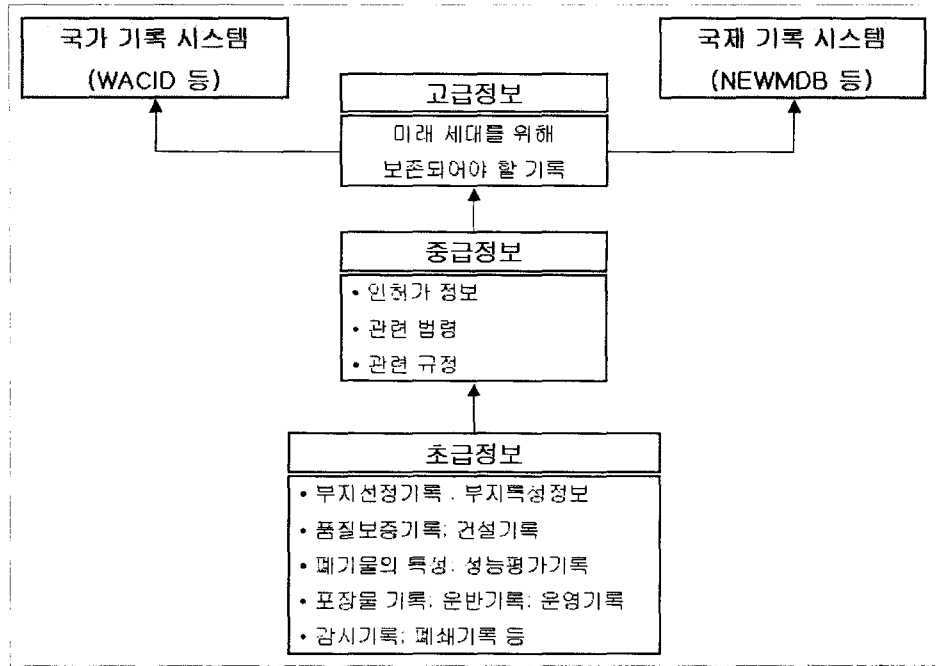


그림 2.1 방사성폐기물 관련 정보의 분류 및 보존체계(TECDOC-1097 발췌)

3. 국내의 유사전산시스템 분석 및 벤치마킹

3.1 국내 주요시스템

가. 방사선안전관리통합정보시스템(RASIS)

방사성 동위원소의 사용증가와 더불어 급속히 증가하고 있는 RI 관련 업무의 행정처리 절차를 간소화하고 대민 지원을 극대화하기 위하여 RI관련 정보를 종합적으로 수립, 인터넷을 이용한 체계적이고 종합적인 안전관리를 하기 위한 시스템으로 방사성동위원소 폐기물을 관리하고 있는 바 WACID 데이터베이스 구성에 참고할 부분을 포함하고 있다.

나. 방사능방재대책기술지원전산시스템(CARE)

KINS에서는 원자력 시설의 방사선사고 시 방사능 방호 기술지원을 위한 사고 상황 파악, 대기 확산, 방사선 영향 평가 및 예측자료 등을 이용하여 방사선으로부터 국민을 보호하기 위한 방재 대책기술지원시스템(CARE)을 구축하여 운영중이다. 이 시스템은 다양한 모듈을 가지고 데이터 처리를 하는 시스템으로 각 종 모듈의 다양한 데이터의 흐름이나 연계성을 참고할 수 있다.

다. 한수원 방사성 폐기물 관련 ERP 시스템

(DREAMS: Digital Realtime Enterprise Management System)

한국수력원자력주식회사는 전사적 자원관리시스템(ERP:Enterprise Resource Planning)의 일환으로 DREAMS(Digital Realtime Enterprise Management System)가 2003년 2월부터 본격 가동을 시작하였으며 이 중 원자력 발전소의 방사성폐기물관리(RWM)는 원전에서 발생하는 폐기물 관리를 목적으로 구축되었다. 국내 전체 폐기 발생량의 대부분을 차지하는 기관의 시스템으로 굽 2.2에서 보는 바와 같이 다양한 데이터 요소를 가지고 있어 WACID 데이터베이스의 데이터 요소와 거의 일치한다.

1.0 Vision

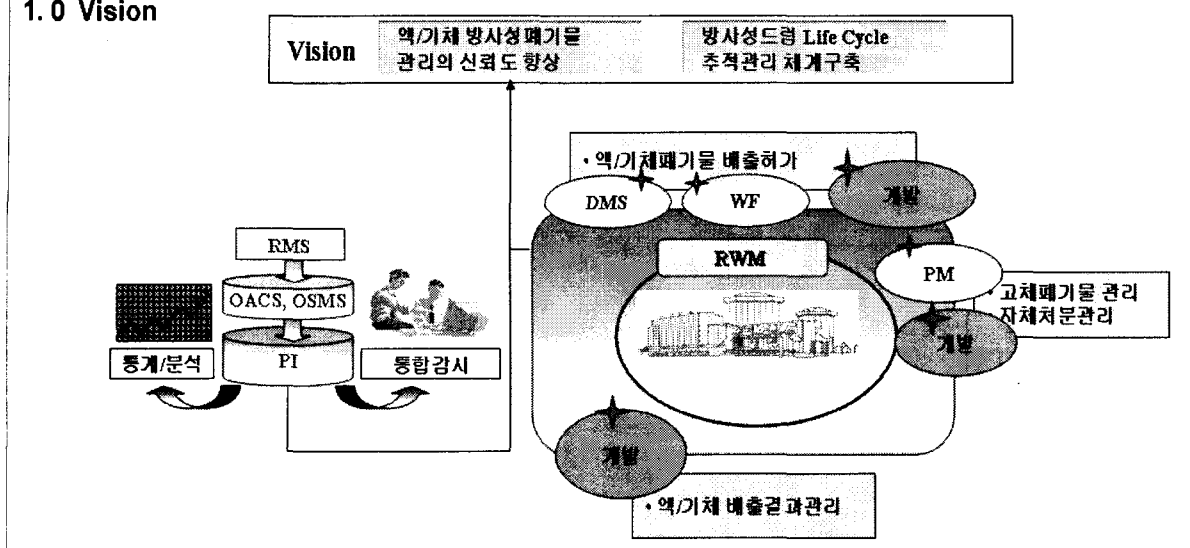


그림 3.1 한국수력원자력주식회사의 방사성폐기물관리시스템 구성도

라. 원자력연구소 방사성폐기물 데이터베이스

(RAWMIS : RAdWaste Management Information System)

한국원자력연구소는 자체의 방사성폐기물 관리를 위한 RAWMIS(Radioactive Wastes Management Integration System)을 2002년 7월부터 구축에 착수하였다. 현재 1단계, 즉 사용자 요구사항과 업무분석을 통한 시스템 및 데이터베이스 설계를 완성하였으며 방사성폐기물 관리 목적 이외에 다음과 같은 목적들이 포함되었다. RAWMIS의 구체적인 구축목적은 첫째, 연구소 발생 방사성폐기물의 관리에 있어서 업무흐름에 입각한 데이터의 확보를 통해 폐기물을 처분이전의 단계까지 추적 관리할 수 있도록 하고 둘째, 폐기물 관리 단계의 데이터 확보로 폐기물 재고량(Inventory)규명에 활용하며 셋째, 폐기물의 처리 공정별 측정데이터를 확보하여 물질수지연구 및 다른 폐기물 관리 및 처리 영역에 대한 연구 수행에 기반을 제공하며 넷째, 확보된 데이터를 국가 차원의 통합 안전관리 정보체계(WACID)와 연계하도록 하기 위함이다. 또한 연구소 폐기물의 다양한 핵종과 발생의 불규칙적인 측면 등의 특성을 고려하여 연구소 폐기물 특성에 적합한 DB설계를 완료하였다

마. 원자력연구소 해체폐기물 관리시스템

서울에 위치한 연구로 1,2호기는 1995년 가동정지 시까지 각종 원자력 연구개발 및 교육, 훈련 등 국내 원자력 분야에 지대하게 이용되었다. 이후 관리의 어려움, 시설의 노후화 및 30MW급 다목적 연구용 원자로인 하나로의 가동에 따라 과학기술부는 연구로 1, 2호기를 폐로하기로 결정하였다. 이에 따라 한국원자력연구소는 1996년 하반기에 연구로 1, 2호기의 폐로를 위한 Engineering 업무를 수행하고 해체계획서를 작성한 후 인허가를 신청하여 2000년 11월에 정부로부터 승인을 얻어 해체 활동을 시작하여 현재 진행 중에 있다. 수년 또는 수십 년 이상 소요되는 해체 작업은 체계적으로 관리하여야 할 다량의 방사성폐기물, 해체 작업자료, 작업자 안전관리 및 피폭관리, 해체 소요비용, 해체 기술 등 수많은 정보가 필연적으로 발생한다. 따라서 이러한 방대

한 양의 정보들을 체계적으로 보존·관리할 수 있는 D/B Structure를 개발하는 것은 필수적인 사항으로 많은 선진국들도 나름대로의 D/B 시스템을 개발하여 활용하고 있다. 특히 정보자료를 D/B화 해 줌으로써 추후 원자력시설 해체 시 매우 유용한 기술 자료로 활용될 수 있을 것이다.

바. 한전원전연료주식회사 ERP System(MES: Material Engineering System)

한전원자력연료주식회사(KNFC)는 21세기 정보화시대의 흐름에 부응하기 위해 방사성폐기물 관련 데이터 및 관리업무를 전산시스템으로 구현함으로써 업무의 종합적인 정보화를 추진하고 있다. 본 연구과제 착수시점인 2002.07월에는 KNFC의 MES 구축계획이 가시화 되지 않은 상태였으나, 2002.10월 시스템 개발사업이 시작됨에 따라 사전에 WACID 시스템과의 연계성 확보를 위한 검토가 적절하게 이루어질 수 있었던 것으로 평가된다. KNFC는 MES 개발사업과 관련하여 2002.04월 현재 방사성폐기물 관리 항목 및 데이터에 대해 1차 개발과 전체 화면 및 공정별 세부화면 검토 및 보완이 완료되었다. WACID에서 도출된 관리항목의 추가 반영작업은 2003.07월까지 완료되어 현재 운영 중에 있다.

3.2 해외 주요시스템

가. Central Internet Database(CID): MS Windows NT/ORACLE

NRDC와 에너지부가 맺은 PEIS 화해협정을 통해, 수십억 달러가 소요되는 에너지부의 핵무기 제조부지 복원계획에 대하여 일반인들이 이해할 수 있는 가시적인 조치를 취함으로써 더 이상의 법정 소송을 피할 수 있게 되었다. 협정서에 명시되어 있는 에너지부의 조치사항 중의 하나가 에너지부에서 관리하고 있는 방사성폐기물, 시설 및 오염물질 등에 대한 현재의 정보시스템을 종합하는 데이터베이스 시스템을 개발 및 운영하는 것이다. 이 데이터베이스 시스템은 웹 기반 보고서 출력시스템을 가지며 인터넷으로 일반인의 정보 취득이 가능하도록 구성되어야 한다. 1999년 1월부터 에너지부에서 화해협정에 명시된 데이터베이스 시스템을 개발·운영하기 위한 전문 팀을 구성하여, 현재 운영중인 정보관리시스템을 조사 분석하고 각종 정보들을 종합할 새로운 데이터베이스 시스템을 설계하기 시작했으며, 1999년 6월 Central Internet Database (CID) 시스템의 시제품을 개발하여 현재 운영 중에 있다. CID시스템은 일반인의 접속이 가능한 온라인 데이터베이스 시스템으로 수요자의 요건에 맞도록 여러 종류의 보고서를 발행할 수 있도록 구성되어 있다. 동 시스템에서는 방사성폐기물, 비방사성 유해폐기물, 오염물질, 미국 에너지부에서 관리하는 원자력 관련 설비, 사용후핵연료, 방사성물질 함량 및 유해화학물질에 대한 각종 정보를 제공하고 있다. CID 홈페이지의 초기화면은 그림 3.2와 같다.

나. Low-Track : MS Windows Application

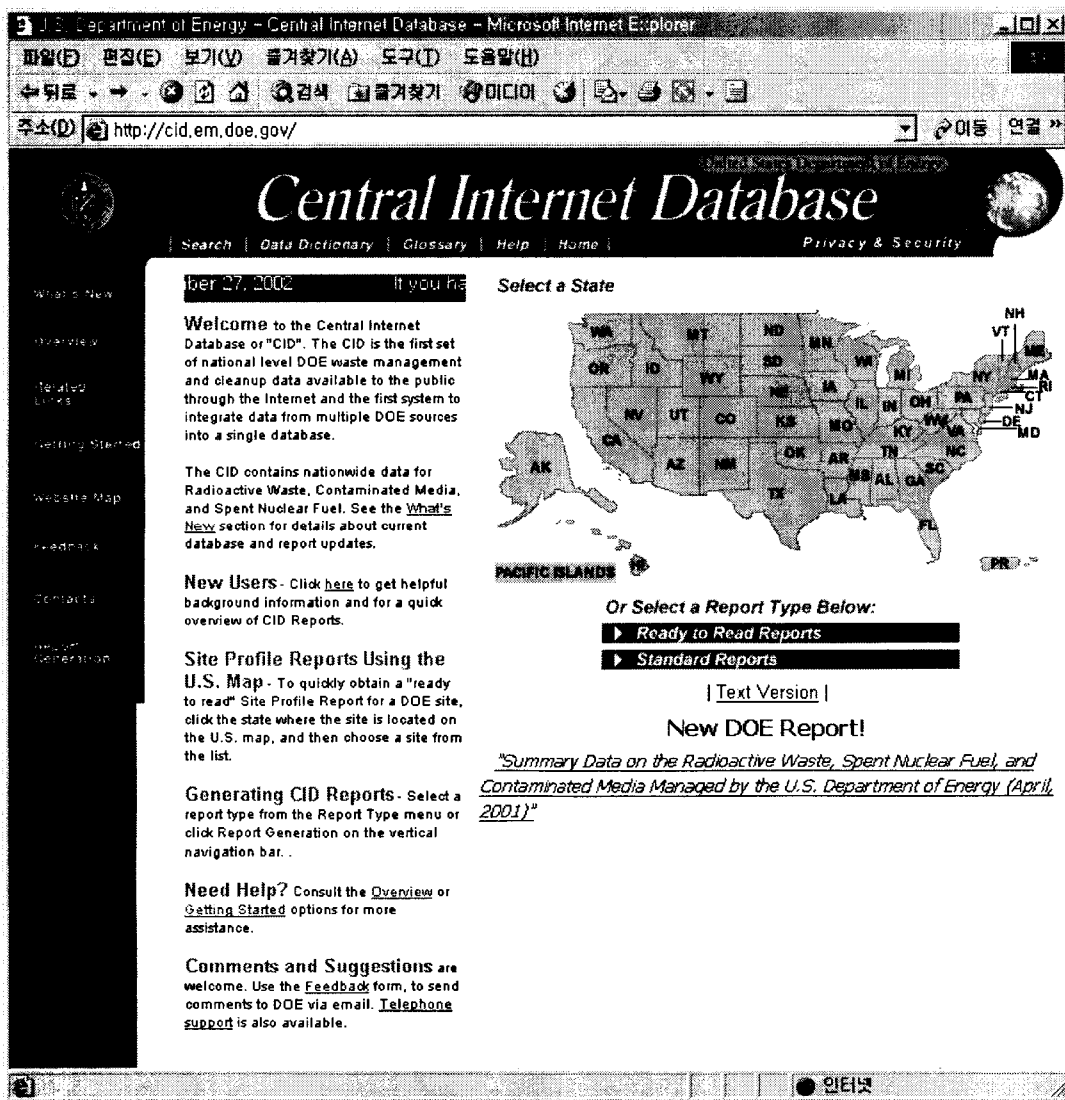
Low-Track(Low-Level Radioactive Waste Inventory Management System)은 미국 INEEL에서 개발하였으며, 방사성폐기물 발생자가 관리이력을 종합적으로 관리할 수 있도록 지원하는 전산도구이다. MS Windows에서 운영되는 Low-Track은 발생기관의 폐기물 생성기록, 처리기록, 반출기록, 용기에 관한 정보 등을 전산 입력하여 관리하도록 지원하기 위해 개발되었으며, 방사성폐기물의 소외운반시 NRC에 제출해야할 일련의 서류를 출력하는 기능을 가지고 있어 국내 방사성폐기물 운반/저장/관리 프로세스에 대한 비교/분석하기 위해 벤치마킹 하였다.

다. NEWMDB : MS Windows NT/MS SQL Server

IAEA는 국가별 방사성폐기물 관리 프로그램, 계획 및 활동, 관련 법 및 규정, 정책 및 폐기물

재고량 등에 관한 정보를 관리하는 WMDB를 1989년부터 개발하여 운영해왔으며, 각 회원국으로부터 정보를 취합 및 WMDB에 저장하여 이를 기준으로 보고서를 작성하였다. 그러나, WMDB를 운영하여 관련정보를 수집하는 데 따르는 문제점과 관련 보고서의 신속성에 대한 문제로 1999년 중반부터 WMDB에 대한 포괄적인 검토가 이루어졌고, 그 결과로 기존의 WMDB의 단점을 보완할 수 있는 NEWMDB 개발에 착수하게 되었다. NEWMDB에 저장되는 정보는 기존의 WMDB와 유사한 형식이기는 하나, WMDB의 단점을 최소화하기 위해 NEWMDB의 양식 및 내용에 대한 개선이 이루어졌다. NEWMDB는 두 개의 요소로 구성되어 있으며, 구조정의(Framework Definition) 요소와 폐기물 자료요소로 구분된다. 구조정의 요소는 회원국이 자국 방사성폐기물관리프로그램에 대한 정보 보고방식(NEWMDB 보고구조)을 설정하는 데 이용되며 국가별 담당자(Country Co-ordinator)에 의해 입력된다. 폐기물자료요소는 국가별 담당자가 저장 및 처분된 폐기물 자료(폐기물 등급별), 폐기물관리 기관별 처리방법 현황(Treatment and/or Conditioning), 및 사용후 밀봉방사선원(SRS)에 대한 상세 현황 등의 자료 입력을 위해 사용된다.

그림 3.2 CID 홈페이지 메인 화면



4. 통합 DB의 모듈화 구성

4.1 DB의 모듈화 구성 방법

WACID 데이터베이스의 개발·운영 및 보수의 효율성을 제고하기 위하여 관리 대상에 따라 개별 DB를 모듈화 하였으며, 이를 통하여 모듈화를 통한 검색 및 관리의 편의성, 관리 대상별 관련 데이터를 독립적인 DB에 저장/관리함으로써 시스템 관리의 용이성, 폐기물 전문가에 대한 NEWMDB 정보입력 및 수정권한 설정, 데이터의 특성 및 기능에 따른 차등화된 관리, WEB을 통해 제공될 정보를 실제 콘텐츠 특성별로 사전에 모듈화 하여 분류함으로써, 신속한 검색 및 유지보수 가능과 같은 목적을 달성하고자 하였다.

가. 방법론 및 선정 절차와 결과

국내 법령, 폐기물안전협약, 국외에서 운영중인 유사DB 분류체계에 따라 모듈을 선정하고 현재 동위원소폐기물 관련 정보는 KINS에서 기 운영중인 RASIS 시스템에서 관리하고 있으며, 폐밀봉선원 등은 중저준위폐기물과 구분하여 관리하는 것이 국제적인 관행임에 따라 별도 모듈로 구성한다. 또한 운반, 소각 등의 정보는 폐기물 데이터의 관리주체 변경 또는 소멸 등과 관련하여 이력추적을 위해 필요한 정보로서 기타 모듈로 분류하였다. 향후 10년 내 예상되는 사업을 고려하여 향후 시스템 활용도 제고를 위하여 방사성폐기물의 처분에 관한 모듈을 별도로 구성하였다. 전체 데이터베이스 모듈의 표기는 표3.1에서와 같은 형태로 분류하였다.

나. 입력등급 부여원칙

- A : WACID 에서 요구하는 필수 기관 입력 정보를 의미
- B : 처분 안전성 관련 향후 필수 항목으로 예상되는 요소 (당분간 필수항목 아니나, 향후 필수항목 가능성이 큰 것)
- C : 특정 기관에 한해 필수정보
- D : 기관별, 상황별 조건에 따라 입력여부를 자체 결정할 사항
- E : 각 기관에서 입력된 정보를 바탕으로 자동 생성되는 요소를 의미
- F : 향후 처분 관련 시설 운영자가 입력할 요소

4.2 DB의 모듈화 구성 결과

표 4.1 WACID 데이터베이스 모듈

모듈명	약자	국외 유사 DB명
중저준위폐기물 모듈	LILW	NEWMDB(IAEA)
동위원소폐기물 모듈	RIRW	SRS Registry(IAEA)
해체폐기물 모듈	DDRW	DRCS(IAEA)
사용후핵연료 모듈	SNFM	Fuel-Trac(미국), ISNFDS(미국)
액체유출물 모듈	LEFF	DIRATA(IAEA)
기체유출물 모듈	GEFF	DIRATA(IAEA)
처분 모듈	DISP	NEWMDB(IAEA)
기타(자체처분, 운반 등) 모듈	MISC	NEWMDB(IAEA)

가. LILW : 중저준위폐기물 모듈

중저준위폐기물 관련 데이터는 WACID의 가장 기본적이고 중요한 정보로서 관리되어야 할 정보의 수량이 가장 많을 것으로 예상되며, 데이터베이스를 설계하기 전에 고려되어야 할 데이터 요소를 사전에 결정할 필요가 있다.

나. SNFM : 사용후핵연료 모듈

현행 법령상 일단 방사성폐기물로 정의된 사용후핵연료의 발생 및 저장현황에 관한 필수적인 데이터를 국가적으로 관리할 필요가 있음에 따라, WACID에서 사용후핵연료 모듈을 별도로 구성할 필요가 있다.

다. LEFF : 액체유출물 모듈

액체유출물은 원자력이용시설이 운영과정에서 액체상태로 환경으로 배출되는 방사성물질질을 의미하며, 국민의 건강 및 환경상의 위해방지에 따른 주요 관리항목임. 또한 유출물 관련 데이터는 중저준위폐기물 등과 큰 차이가 있으며 인허가 조건에 따른 시설별 관리항목이 상이하므로, 이러한 특성을 반영하여 액체유출물 관련 데이터를 별도의 모듈에서 관리하는 것이 타당하다.

라. GEF : 기체유출물 모듈

기체유출물은 원자력이용시설이 운영과정에서 기체상태로 환경으로 배출되는 방사성물질질을 의미하며, 국민의 건강 및 환경상의 위해방지에 따른 주요 관리항목임. 또한 유출물 관련 데이터는 중저준위폐기물 등과 큰 차이가 있으며 인허가 조건에 따른 시설별 관리항목이 상이하므로, 이러한 특성을 반영하여 기체유출물 관련 데이터를 별도의 모듈에서 관리하는 것이 타당하다.

마. RIRW : 동위원소폐기물 모듈

동위원소폐기물 관련 데이터는 산업체 및 병원 등에서 사용하는 방사성동위원소중 사용 후 폐기의 대상이 되는 개봉선원 및 밀봉선원 관련 정보로서, 데이터베이스를 설계하기 전에 데이터 요소를 사전에 결정할 필요가 있다.

바. DDRW : 해체폐기물 모듈

원자력이용시설의 해체과정에서 발생하는 폐기물의 상당 부분은 벌크(Bulk) 상태이며, 이후 중저준위폐기물 또는 비방사성폐기물 등으로 분류될 수 있다는 특성이 있음. 또한 향후 발전용원자로 등의 본격적인 해체에 대비하여 시설의 해체과정에서 발생하는 폐기물에 관한 정보를 별도의 모듈에서 관리할 필요가 있음.

사. DISP : 폐기물 처분 모듈

아직까지 국내에서는 방사성폐기물 처분시설이 운영되지 않고 있으나, 현재 2008년을 목표로 시설 확보사업이 진행 중임. 향후 WACID 시스템의 유지보수 편의성 및 활용성 제고를 위하여, 방사성폐기물 처분과 관련한 필수적인 정보를 관리하기 위한 별도의 데이터 모듈 관리요소를 도출할 필요가 있다.

아. MISC : 기타 (자체처분, 운반, 소각 등) 모듈

기타 모듈은 방사성 폐기물 처리에 대한 데이터 수량이 많지 않는 세부 모듈을 통합하여 개발한 것이며, 폐기물 정보요소의 Life-Cycle(예 소각시 중저준위폐기물 용기정보의 삭제 등)을 추적하기 위해 필수적인 항목이다.

5. 하부 DB 모듈간의 정보 연계성 확보 및 정보처리과정

5.1 데이터 모듈별 ERD 등 설계결과

모듈별로 구성하여 선정된 관리 데이터 요소를 데이터베이스화하기 위하여 유사한 요소끼리의 엔티티(Entity)화, 개별 엔티티간 링크 역할을 하는 주식별자와 보조식별자를 선정하고 논리적/물리적 ERD를 도출하여 WACID 데이터베이스 설계를 진행하였다.

가. 엔티티(Entity) 정의

모듈간 중복되는 요소 및 엔티티는 단일의 엔티티로 통합하였으며 각 모듈의 공통 엔티티로 지정하였다. 각 엔티티(Entity)간의 Primary Key를 선정하여 엔티티간 링크가 가능토록 구조화되었다. 예를 들어 중저준위폐기물 같은 경우에는 용기일련번호를 엔티티간 중복되지 않는 유일한 Key 로 선정하여 각기 분산되어 있는 모든 엔티티들의 정보를 용기 일련번호만을 대입한 간단한 질의를 통해서 대부분의 정보를 검색할 수 있게 된다. 유사한 요소로 정렬한 엔티티는 하나이상의 Primary Key를 가지며 하나이상의 관련 속성을 지니게 되며 이러한 엔티티의 설계는 데이터베이스화하기 위한 기초 골격을 형성한다.

표 5.1 모듈 공통 엔티티(Entity) 정의서(일부)

엔티티 타입명	엔티티타입 설명	동의어/유의어	관련 속성
핵종별 방사능	핵종별 방사능정보를 적재한다.		방사능
			방사능평가일자
처리	폐기물 처리방법 종류 정의		처리코드
			처리명칭
			처리구분
용기	방사성폐기물 처리시 사용되는 용기에 대한 정보	드럼	용기코드
			용기명칭
			용기구분
			용기외용적
			용기내용적
			재질
			가연성여부
			형태
발생	폐기물 발생에 대한 원인을 정의		발생코드
			발생명칭
			비고
측정방법	방사능측정방법에 대한 종류를 정의		측정방법
			측정방법설명

나. 주식별자 & 보조 식별자 정의

모듈별 엔티티(Entity) 간의 링크를 위한 고유 식별자와 보조식별자를 각각의 엔티티에 부여하였다. 따라서 분산된 다수의 엔티티는 식별자를 통해 서로 간에 데이터를 참조할 수 있는 구조를 지닐 수 있도록 설계되었다. (표 2.17 주식별자 & 보조식별자 정의 참고)

표 5.2 주식별자 & 보조식별자 정의(일부)

엔티티 타입명	주식별자	보조식별자	외부식별자
시설	시설코드		시설유형코드
시설유형	시설유형코드		
사용자	사용자코드		시설코드, 사용자그룹코드
고체용기	일련번호	발생일자	시설코드, 사용자코드, 내부차폐체코드, 외부차폐체코드, 용기코드
재포장			
폐기물속성	일련번호		일련번호, 화학물질코드, 폐기물코드, 등급코드, 화학물질코드, 발생코드, 처리코드
고체측정	일련번호		일련번호
핵종별 방사능	일련번호, 핵종코드	방사능평가일자	일련번호, 핵종코드
기타자료	일련번호		일련번호
폐기물종류	폐기물코드		물리적형태코드

다. 용어사전

각각의 사용 용어에 대한 동의어, 영문표시 및 용어 정의를 통하여 개별 단어에 대한 명칭의 정의를 통해 데이터베이스 구성 시 이를 활용해 표기한다.

표 5.3 용어사전(일부)

용어	동의어	물리명	축약	용어정의
2차		Second	SECO	
가능성		Possibility	POSS	실제로 이루어질 수 있는 실현성 있는 것
가연성		Combustible	COMB	불에 탈 수 있거나 타기 쉬운 성질
가중		Severity	SEVE	책임이나 부담 등을 더 무겁게 함
감시		Monitoring	MONI	단속하기 위하여 주의 깊게 살핌
갑상선		Thyroid Gland.	T_GLAND	후두(喉頭)의 앞쪽 아랫부분에 있는 내분비선. 신체의 발육 및 신진대사에 관계하는 호르몬인 티록신을 분비한다.
값	수치	Value	VALU	사고파는 물건에 일정하게 매겨진 액수.
강도		Strength	STREN	센 정도.
게시물		Notice	NOTI	여러 사람에게 알리기 위하여 내붙이거나 내걸어 두루 보게 한 물건이나 글.
게시판		Board	BOAR	여러 사람에게 알릴 내용을 내붙이거나 내걸어 두루 보게 붙이는 판

라. 테이블명 정의

각각의 선정된 엔티티(Entity)는 물리적인 실제 데이터베이스 테이블 형태로 가공되어지며, 영문의 물리명을 축약한 형태의 이름으로 테이블명을 할당하였다. 정의 형태의 엔티티는 테이블명 앞에 'def'를 달아 정의 형태의 테이블임을 알 수 있도록 하였으며, 공통 모듈에서 사용되는 테이블은 'CO'를 달아 모든 모듈에서 공통적으로 사용되어지는 테이블임을 알 수 있도록 구성하였다. 그 외 테이블을 각각의 모듈별 이니셜을 서두에 달아 모듈 고유의 테이블임을 알 수 있도록 지정하였다.

표 5.4 테이블명 정의(일부)

엔티타입명	동의어	물리명	테이블명
특이사항	특기사항	Peculiar Case	CO_CASE
기타자료	그외자료	Other Document	CO_DOCUMENT
측정	검사	Measure	CO_MEASURE
인증게시판	인증보드	Authentication Board	ct_ABOARD
게시판	보드	Board	ct_BOARD
처분		Disposal	D_DISPOSAL
특이사항구분		Peculiar Case Divide	def_COCASEDIV
등급	레벨	Class	def_COCLASS
시설	설비	Facility	def_COFAC
시설유형	설비유형	Facility Type	def_COFACTYPE
용기	드럼	Container	def_CONTAINER
내부차폐체	내부차단제	Inside Blackout Curtain	def_SIBCURTAIN

마. 논리적 ERD

ERD는 각의 업무분석에서 도출된 엔티타입과 엔티타입간의 관계를 이해하기 쉽게 그림으로 표시하는 방법이다. 이에 본 설계에서는 요소의 의미를 직관적으로 판단할 수 있는 개체 관계도를 나타내었다. 도메인을 사용하여 모든 테이블에서 사용되는 도메인의 규칙을 지정하여 다양한 데이터형식을 규격화하였다. (참고 그림 5.1 LILW 논리적 ERD 도면)

6. 결 론

UN의 Agenda 21, IAEA의 방사성폐기물안전협약 및 통합 DBMS (NEWMDB, DIRATA 등)의 운영과 관련하여 국제기구를 중심으로 회원국의 방사성폐기물 안전관리 관련 정보의 통합관리 및 공개가 추진될 것으로 예상되며, 보다 종합적이고 객관적인 데이터의 제공이 요구될 것이다. 방사성폐기물의 발생·저장량이 지속적으로 증가됨에 따라 방대한 관련 정보의 저장 및 관리를 위한 각 기관의 업무부담이 함께 증가될 것으로 예상되며, 이를 보완하기 위한 업무 전산화 및 DB 구축수요가 증대될 것이다. 정부에 대한 정보공개 범위의 확대요구 및 IT의 발달에 따라 방사성폐기물 안전관리 현황정보를 포함한 각종 규제정보의 인터넷 공개가 가속화될 것으로 예상된다. 방사성폐기물 안전관리에 관한 국제협약의 요건이행 및 대내외적 정보공개 요구에 효율적으로 대처하기 위하여, 국가 방사성폐기물에 대한 통합정보시스템을 구축·운영할 필요가 있다. 일부 선진국에서 운영중인 통합정보 DBMS는 자국의 폐기물 특성, 법령 및 요건 등을 반영하여 개발된 것으로,

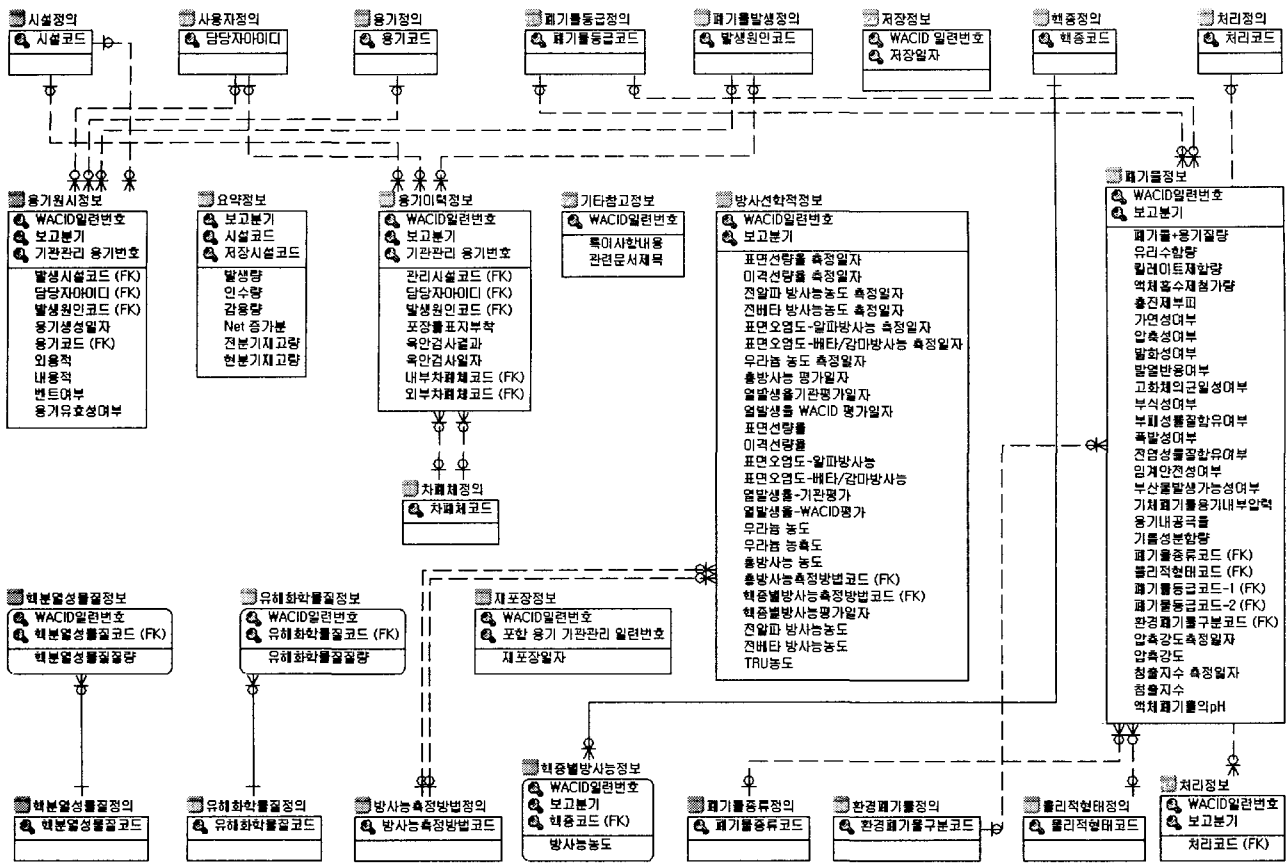


그림 5.1 중저준위 모듈 ERD

이를 도입하여 국내 상황에 직접 적용하는 것은 현실적으로 불가능하다. 현재 일부 선진국에서 운영 중인 방사성폐기물 관리정보 DBMS는 일반적으로 고체 혹은 액/기체로 나누어 운영되므로 통합체계 운영은 극소수이며 일반적으로 D/B 구축은 소프트웨어적 개발이라는 특성에 비추어 불 때 관련기술 도입 시 많은 기술료의 지불이 예상된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력연구기반확충사업 중 "방사성폐기물 안전관리 통합정보시스템의 구축 및 운영" 과제의 일환으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 이춘식, “데이터베이스 설계와 구축” 한빛미디어.
2. George Koch, Kevin Loney “ORACLE8 The Complete Reference” KMK정보산업연구원 편역, 삼각형프레스.
- 3.“방사성폐기물 및 사용후핵연료 안전관리 통합시스템 최적체계개발” KINS/HR-401, 안전기술원 2001.
- 4.“방사성폐기물 및 사용후핵연료 안전관리 통합시스템 최적체계개발(2단계)” KINS/HR- 477, 안전기술원, 2002.
5. “Waste inventory record keeping system(WIRKS) for the management and disposal of radioactive waste” IAEA-TECDOC-1222, IAEA, 2001.
6. CID 홈페이지, <http://cid.em.doe.gov>.
7. “Low-track software-1996”, INEEL.
8. 손종식, “연구소 폐기물 관리 및 폐기물 정보관리 시스템 구축”, 원자력연구소, 제 7회 원자력안전기술정보회의, 2002.
9. 설증균, “방사성폐기물 관리시스템 구축”, 한전원자력연료, 제 7회 원자력안전기술정보회의, 2003.
- 10.이건행, “방사선 안전정보체계구축”, 한수원(주), 제 8회 원자력안전기술정보회의, 2003.